

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta bezpečnostního inženýrství

Katedra požární ochrany a ochrany obyvatelstva

Zásahy ve sklářském průmyslu

Student: Roman Ševela

Vedoucí diplomové práce: Doc. Dr. Ing. Miloš Kvarčák

Studijní obor: Technika požární ochrany a bezpečnosti průmyslu

Datum zadání diplomové práce: 17. 10. 2007

Termín odevzdání diplomové práce: 30. 4. 2008

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci vypracoval samostatně.

V Ostravě 30. 4. 2008

.....
Roman Ševela

ANOTACE

Ševela, R.: *Zásahy ve sklářském průmyslu*, Diplomová práce

VŠB-TU Ostrava, 2008. 41 stran, 2 přílohy 10 stran

Práce popisuje sklářský provoz, rizika specifická pro toto průmyslové odvětví a zejména možné způsoby zásahů, vedoucích ke zvládnutí těchto rizik. Hlavním cílem je popis rizika při úniku skloviny z tavicího agregátu. Únik žhavé skloviny si vyžádá nasazení velkého počtu zasahujících hasičů, požární techniky a přísunu velkého množství vody k hašení a ochlazování, jedná se o nestandardní zásah vzhledem k vysoké teplotě skloviny. Důležité jsou vyhledání rizik ohrožení života a zdraví osob a doporučení pro zasahující jednotky. Další část práce se věnuje požáru tvářecího automatu a požáru balícího zařízení. Těmto požárům, rizikům při jejich vzniku, průběhu, likvidaci a doporučením pro zasahující jednotky je vzhledem k menšímu nebezpečí věnována již menší část práce.

Klíčová slova

Tavení skloviny, únik skloviny, tavicí agregát, sklářská vana, požár

ANNOTATION

Ševela, R.: *Interventions in Glassmaking Industry*, diploma work

VŠB-TU Ostrava, 2008. 41 pages, 2 appendices 10 pages

The work describes glass-making operation, specific risks for this branch of industry and especially possible methods of interferences leading to getting these risks under control. The main objective is the description of the risk during a molten glass leak from a melting aggregate. The molten glass leak requires presence of great number of fire fighters, fire technology and supplying plenty of water for fire extinguishing and cooling. It is non-standard interference considering high temperature of molten glass. The determination of life

and health risks and the recommendations for interfering units are important. The further part of the work addresses the fire of automatic forming machine and the fire of packaging machinery. Considering minor danger the only smaller part of the work addresses these fires, risks during its occurrence, development, liquidation and recommendations for interfering units

Keywords

Glass melting, molten glass leak, melting aggregate, tank, fire

OBSAH

1. ÚVOD	2
2. REŠERŠE LITERATURY	3
3. SKLÁŘSKÝ PRŮMYSL	5
3.1. HISTORIE VÝROBY SKLA.....	5
3.2. ROZDĚLENÍ SKLÁŘSKÝCH VÝROBKŮ	5
3.3. VÝROBA OBALOVÉHO SKLA.....	6
3.3.1. <i>Suroviny k výrobě skla</i>	6
3.3.2. <i>Tavení sklářského kmene</i>	7
3.3.3. <i>Tavící agregát</i>	8
4. RIZIKA VZNIKU POŽÁRU PŘI TAVENÍ.....	11
4.1. KDY MŮŽE DOJÍT K ÚNIKU SKLOVINY	11
4.1.1. <i>Únik skloviny při plnění vany po spuštění provozu</i>	11
4.1.2. <i>Únik skloviny za běžného provozu</i>	13
4.1.3. <i>Únik skloviny při zásazích do tavícího agregátu</i>	15
4.1.4. <i>Únik skloviny při vypouštění vany</i>	15
4.2. ZASTAVENÍ ÚNIKU SKLOVINY Z TAVÍCIHO AGREGÁTU	16
4.3. TOTÁLNÍ ÚNIK SKLOVINY	18
5. DALŠÍ MOŽNÁ RIZIKA PŘI ÚNIKU SKLOVINY	21
6. NEBEZPEČÍ ÚRAZU PŘI ZÁSAHU	22
7. RIZIKO POŽÁRU PŘI TVAROVÁNÍ SKLA.....	23
7.1. ROZBOR TVAROVACÍHO PROCESU	23
7.2. TVÁŘECÍ STROJ – ZDROJ POŽÁRU	24
8. RIZIKO POŽÁRU PŘI BALENÍ HOTOVÝCH VÝROBKŮ.....	29
8.1. POSTUP PŘI BALENÍ HOTOVÝCH VÝROBKŮ	29
8.2. NEBEZPEČÍ POŽÁRU PŘI BALENÍ HOTOVÝCH VÝROBKŮ	32
8.3. LIKVIDACE POŽÁRU BALÍCIHO ZAŘÍZENÍ – PREVENCE	33
9. ČETNOST HAVÁRIÍ VE SKLÁŘSKÉM PRŮMYSLU	35
10. ZÁVĚR.....	38
11. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	39
12. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	40
13. SEZNAM GRAFŮ.....	41

1. ÚVOD

Riziko požárů ve sklářském průmyslu vytváří hlavně samotné žhavé sklo, které vzhledem ke své vysoké teplotě, při které se taví a také vzhledem k jeho množství je silným iniciačním zdrojem. Pokud dojde k porušení stěn nebo dna tavicího agregátu, dostává se žhavá sklovina v tekuté formě do prostoru, kde může dojít k zapálení hořlavých materiálů, ke zranění osob nebo k jiným škodám, kterým se musí zabránit. Jsou zde ale i další rizika, na která se ve své práci zaměřuji.

Zásahy při likvidaci požárů ve sklářském průmyslu, zejména ve spojení s únikem roztavené skloviny jsou velmi náročné. Vyžadují si nasazení velkého počtu zasahujících hasičů, zajištění značného množství chladicí vody, mnohdy nasazení dýchací techniky. Další náročnost spočívá v tom, že se zasahující hasiči pohybují v neznámém prostředí, neznají technologii a možné rizikové stavy, které mohou nastat. Jednotky hasičských záchranných sborů nezasahují často při úniku skloviny a zkušenosti jednotek HZS nemají většinou z praxe s tímto druhem požáru žádnou zkušenost a neexistují ani metodické listy, podle kterých by se dala provádět odborná příprava.

Při úniku skloviny z tavicího agregátu v roce 2007 v závodě VETROPACK MORAVIA GLASS, a.s. jsem se v praxi setkal právě s problémem neznalosti této problematiky ze strany HZS a zjišťoval, zda jej řeší nějaká literatura. Bohužel na žádnou dostupnou literaturu, která by se týkala likvidace tohoto druhu požáru jsem nikde nenarazil, proto jsem si ji vybral jako téma pro svoji diplomovou práci

2. Rešerše literatury

Pro vypracování svojí diplomové práce jsem vyhledal a použil následující odbornou literaturu:

KVARČÁK, M.

Základy požární ochrany

Publikace objasňuje principy vzniku požárů a jejich působení na okolí, vysvětluje někdy složité procesy chemie a fyziky související se vznikem a rozvojem požáru pomocí zjednodušených a jednoduchých postupů, formuluje jednoduchá pravidla z hlediska předcházení vzniku požáru a postupů při jeho likvidaci.

BALOG, K., BARTLOVÁ, I.

Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií

V této publikaci je proveden rozbor známých průmyslových havárií a jejich příčin, vysvětlen postup při analýze rizika včetně důvodů provedení se zaměřením na metody identifikace a hodnocení nebezpečí. Pozornost je věnována i aplikaci směrnice EU 86/82/EEC tzv. SEVESO II direktivy do zákona o prevenci a likvidaci průmyslových havárií. Je také doplněna zásadami ochrany proti požáru a výbuchu plynů a par hořlavých kapalin a charakterizováním nebezpečí a prevence vybraných fyzikálních i chemických procesů.

MV GŘ HZS ČR.

Bojový řád jednotek požární ochrany. Metodické listy

Metodické listy stručným, až heslovitým způsobem popisují postupy při konkrétních zásazích. Každý metodický list vždy obsahuje tři základní kapitoly: Charakteristiku – popisuje rizika, Úkoly a postup činnosti – jednotlivé kroky, které je třeba učinit a Očekávané zvláštnosti – specifika, se kterými je nutné počítat při konkrétním zásahu.

ČERVENKA, J., SMRČEK, A.

Sklářská technologie I. díl.

Učebnice sklářské technologie, popisující v pěti ucelených kapitolách suroviny prvovýrobu skla, mechanické, fyzické, chemické a další vlastnosti skla. Zabývá se popisem a způsobem použití žáruvzdorných hmot a způsobem výroby obalového a lisovaného skla.

HLAVÁČEK, J.

Sklářské stroje

Publikace, která je určena spíše pracovníkům ve sklářském průmyslu, zejména výrobním technikům, technologům a konstruktérům. Popisuje konstrukci a základní funkce sklářských strojů, jejich rozdělení podle použití a předpokládaný vývoj v tomto odvětví.

SMRČEK, A.

Strojní tvarování skla

Publikace určená pro pracovníky ve sklářském průmyslu, ale také pro žáky a studenty, kteří se při studiu setkají s oborem strojního tvarování skla. Popisuje principy strojního tvarování. Zabývá se nejen procesy samotného tvarování, ale také vedlejšími procesy např. problematikou forem nebo mazání.

Výše uvedená literatura by se dala rozdělit do dvou základních skupin. První skupina [1],[2],[3],[4] je literatura, která mi pomohla řešit problematiku požárů, havárií a jejich likvidace obecně. Druhou skupinu [5],[6],[7] tvoří odborná literatura z oboru sklářství, která řeší proces tavení a tvarování skloviny. Dále jsou to dvě vedlejší skupiny a to internetové stránky výrobce sklářských technologií Teplotechna-prima [8] a v neposlední řadě interní dokumentace firmy VETROPACK [9], jedná se o technologické postupy, kde jsem mohl čerpat konkrétní číselné hodnoty při jednotlivých pracovních operacích.

3. Sklářský průmysl

3.1. Historie výroby skla

První sklo utavili skláři v Egyptě někdy před 6000 lety. Jednalo se o sklářské výrobky, které sloužili jako umělecké předměty, šperky, jejichž hodnota se rovnala zlatu. Výroba v té době byla velmi primitivní, například dutá nádoba se vyrobila tak, že hliněné jádro sklář obalil měkkým sklem, po vychladnutí jádro rozbil a vznikl dutý předmět.[5]

Někdy krátce před n.l. byl objeven vynález sklářské píšťaly, v tomto období se výroba skla přesouvá do Říma, kde vznikají nepřekonatelná umělecká díla (tzv. Portlandská váza je považována za nejkrásnější výrobek všech dob - vyrobena kolem r. 200 n. l.).[5]

Z historie stojí za zmínění například benátské sklo, nebo kolem roku 1600 objev charakteristického čistého a tvrdého skla, zcela bezbarvého českého křišťálu. Stále se ale jednalo o luxusní záležitost.

Až na konci devatenáctého století došlo k revolučnímu převratu. Sklo se začalo vyrábět za pomoci strojů. Jednalo se o primitivní poloautomaty, ale jejich pomocí vznikaly velké série, finančně dostupnější širšímu obyvatelstvu. Tyto sklářské výrobky tedy přestávaly být uměleckými předměty a staly se předměty denní spotřeby. Z jednoduchých manufaktur vznikají továrny na výrobu sklářských výrobků.

V České republice má výroba skla více než 500letou tradici. Se skleněnými výrobky se setkáváme v běžném životě velmi často. Tento materiál k našemu životu neodmyslitelně patří.

3.2. Rozdělení sklářských výrobků

Sklářská odvětví můžeme rozdělit podle toho, pro jaký účel byl skleněný výrobek určen.

Vyráběné sklo můžeme z hlediska jeho následného použití rozdělit na:

- tabulové do výplně stavebních otvorů,
- obalové (láhve, zavařovací sklenice, ...),
- kuchyňské (sklenice na nápoje, džbánky, karafy,),
- bytové (vázy, umělecké předměty, ...),
- sklo do osvětlovací techniky,

- sklo, jako součásti do zařízení (žárovky, televizní obrazovky,...),
- bižuterie,
- sklo pro automobilový průmysl,
- speciální skla (bezpečnostní, žáruvzdorná ,),
- laboratorní,
- optika, sklíčka do hodinek,
- izolační skla,
- skleněná vlákna.

3.3. Výroba obalového skla

Způsob výroby jednotlivých skleněných výrobků se může lišit, není však cílem této práce řešit odchylky při výrobě jednotlivých druhů skel. Základní princip výroby je však vždy stejný, dochází k tavení sklářského kmene za vysoké teploty, tváření roztavené tekuté hmoty a následně pozvolnému vychlazení.

Vzhledem k tomu, že z vlastní praxe je mi nejbližší výroba obalového skla, budu se dále zabývat převážně tímto odvětvím.

3.3.1. Suroviny k výrobě skla

Suroviny pro výrobu skla můžeme rozdělit na dvě skupiny:

- 1) Základní (sklotvorné), jimiž se do skloviny zavádějí oxidy, které vytvářejí sklo. Oxid křemičitý (SiO_2) je obsažen ve sklářském písku, oxid vápenatý (CaO) je dodáván do skloviny nejčastěji ve formě vápence nebo vápencových hornin, jako je dolomit.
- 2) Suroviny, jimiž se do skloviny dodávají alkalické oxidy, ty napomáhají tavení skloviny. Hlavní podíl alkálií se do skla dodává sodou, tedy uhličitánem sodným (Na_2CO_3) a další suroviny (barvidla, čeridla, apod..)

V současné době se používají jako suroviny k výrobě skla skleněné střepy. Střepy se používají v rozemleté podobě a to z důvodu nižších nákladů na tavení. Skleněné střepy se rozemílají většinou na frakci s hrubostí zrn do 1 mm.[9]

Směs dílčích surovin k výrobě skla se nazývá sklářský kmen.[9] Tyto suroviny se míchají přibližně v takovém složení:

- 60 – 90 % skleněné střepy,
- 8 – 35 % sklářský písek (bílý/hnědý),
- 2 – 5 % další suroviny (soda, znělec, potaš, živec, grafit,chrom,...).

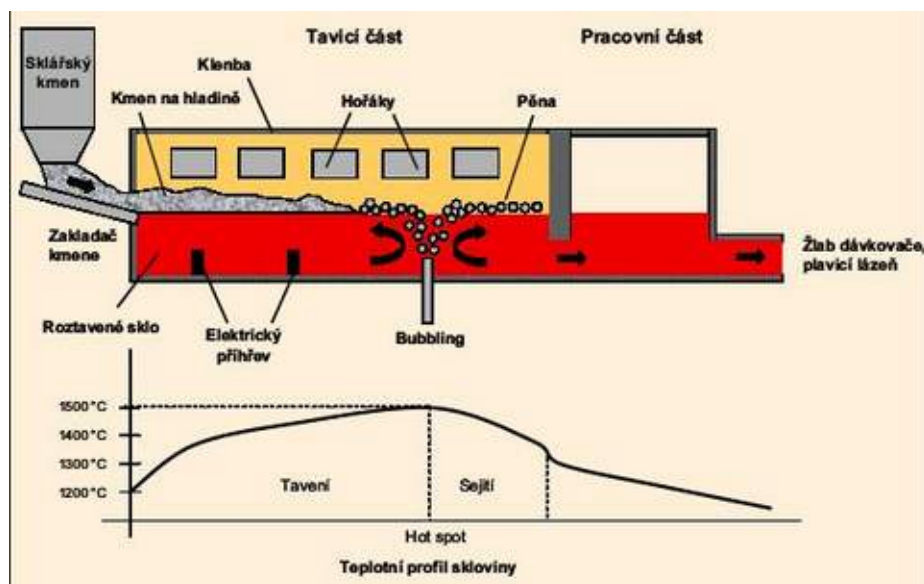
3.3.2. Tavení sklářského kmene

Sklářský kmen se po namíchání dopravuje pásovými dopravníky do zásobníku v bezprostřední blízkosti tavicího agregátu. Z tohoto zásobníku se prostřednictvím zakladačů kmen zakládá do tavicí části tavicího agregátu (viz **Obrázek 1**).



Obrázek 1 - zásobník kmene a zakladač

V agregátu je při teplotě 1500 °C – 1600 °C kmen přetaven do tekutého skupenství a dále se chová jako kapalina.[9] Postupně protéká tavícím agregátem z pracovní část přes bubbling (odstraňování bublin ve sklovině, vzniklých při tavení; čeření proudícím vzduchem) do pracovní části. Odtud pokračuje roztavené sklo ke zpracování. Schéma procesu tavení v tavícím agregátu je znázorněno na obrázku (viz **Obrázek 2**).



Obrázek 2 – schéma procesu tavení

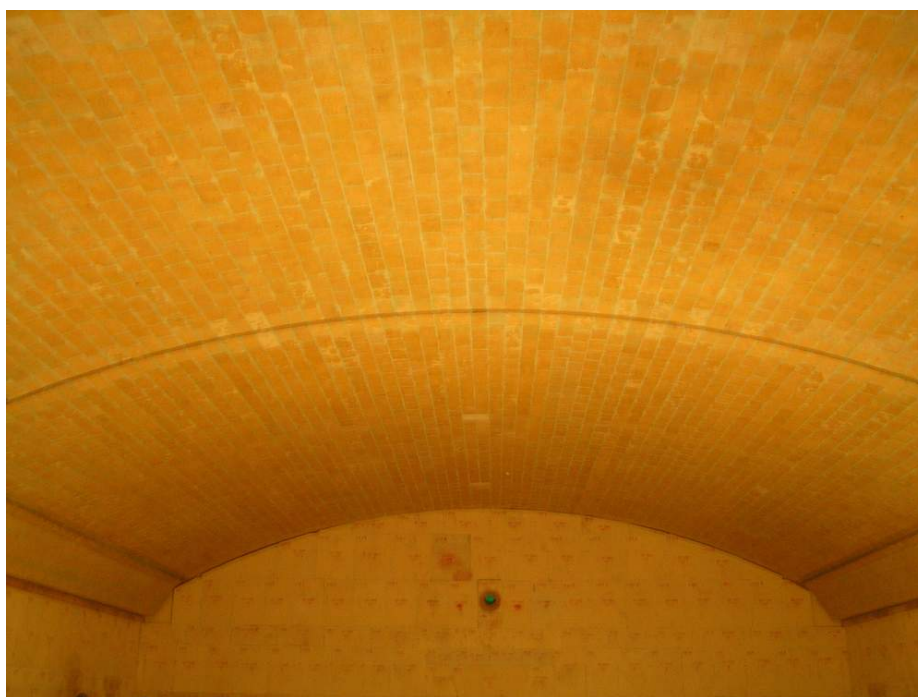
3.3.3. Tavící agregát

Tavící agregát (nebo také sklářská vana nebo pec) je zařízení, ve kterém probíhá proces tavení sklářského kmene na tekutou sklovinu (viz **Obrázek 2**). Jedná se o složité zařízení, které kromě jiného, musí odolávat vysokým teplotám po celou dobu životnosti. Z požadavku technologie musí být dno sklářského agregátu umístěno ve vyšší poloze (nad úrovní sklářských strojů), proto se agregát zpravidla umísťuje na pilíře, které mohou být vyrobeny z ocelových profilů. Aby byly splněny požadavky na odolnost proti vysokým teplotám, jsou pro konstrukci tavícího agregátu používány žáruvzdorné materiály. Obvykle se používá termín „šamoty“, ale šamot je jenom jedním z možných materiálů, pro tyto účely se používá kromě šamotu dinas, dále vysoce hlinité materiály – mullitové, korundové. Pro každou určitou část tavícího agregátu se může použít jiný materiál.

Tyto materiály se vybírají zejména podle těchto vlastností:

- žáruvzdornost,
- nasákavost,
- únosnost v žáru,
- objemová hmotnost,
- odolnost proti náhlým změnám teplot.

Části tavícího agregátu, např. klenba (viz **Obrázek 3**) se vyzdívá cihlami z žáromateriálu, ale větší část je stavěna stavebnicovým systémem (viz **Obrázek 4**), (viz **Obrázek 5**).



Obrázek 3 – klenba tavícího agregátu [8]



Obrázek 4 – palisáda uvnitř tavícího agregátu [8]



Obrázek 5 – stavebnicový systém tavícího agregátu [8]

4. Rizika vzniku požáru při tavení

Z popisu výroby je zřejmé, že hlavním zdrojem rizika je žhavá, roztavená sklovina. Proto je v této práci uvažován únik skloviny za požár.

4.1. Kdy může dojít k úniku skloviny

K úniku skloviny může dojít v těchto případech:

- při plnění vany po spuštění provozu,
- za běžného provozu,
- při zásazích do tavícího agregátu,
- při vypouštění vany.

4.1.1. Únik skloviny při plnění vany po spuštění provozu

Při spuštění provozu musí být před naplněním tavící agregát nejdříve temperován, to znamená, že musí být pozvolna zahříván až k dosažení provozní teploty. Tento proces musí být pozvolný, aby v důsledku náhlé změny teploty nedošlo k poškození dílů ze žáromateriálu. Po dobu temperování je nutné monitorovat teploty v jednotlivých částech tavícího agregátu, zdvíhání klenby agregátu a upravovat délku ocelových táhel, kterými je agregát zajištěn proti destrukci. Určitou sílu v tahu absorbují pružné bloky (viz **Obrázek 6**), kterými jsou na koncích tato táhla osazena.



Obrázek 6 - pružné stažení

Až po zdárném ukončení temperování se do vany začnou zakládat suroviny. Zakládání sklářského kmene není technicky možné. Při běžném zakládání by se sklářský kmen uložil na jednu stranu sklářské vany a taval by se velmi pomalu na ploše pouze několika málo metrů čtverečních. Proto se do vany zakládají, místo sklářského kmene, skleněné střepy. Třeba se vysypají do vany ze zásobníků a ventilátory jsou zafukovány do prostoru vany (viz **Obrázek 7**).



Obrázek 7 - zafukování střepů do vany

Tak je umožněno tavení na téměř celé ploše vany. Monitoring je stále nutný, protože při plném zatížení se právě mohou projevit různé netěsnosti, problémy vzniklé dilatací materiálů, vady vzniklé při zahřátí žáromateriálových dílů, či při současném zahřátí a zatížení hmotností taveného kmene.

Pozvolný proces temperování a plnění vany skleněnými střepy probíhá podle okolností řádově v délce jednoho až dvou týdnů (viz Příloha 1).

4.1.2. Únik skloviny za běžného provozu

Během běžného provozu lze únik skloviny pouze velmi těžce předpokládat. Můžeme jej předpokládat pouze tehdy, pokud došlo k výkyvu v dodávce tepla, nebo pokud došlo k výpadku elektrického proudu. Na elektrickém proudu jsou závislé systémy, které řídí a regulují proces výroby, dále různé pomocné systémy, ale hlavně chladicí systémy. Jedná se o soustavu ventilátorů a vzduchových hadic, jež zajišťují přívod chladicího vzduchu na kritická místa, která pokud nejsou chlazena, budou vystavena nadměrným teplotám a hrozí zde riziko poškození v těchto inkriminovaných místech. Při výpadku elektrického proudu lze možnost poškození vany předpokládat a lze tedy organizačně stanovit provedení kontroly při výpadech energií.

Pokud dojde k úniku skloviny během provozu bez předešlých výkyvů v dodávce tepla nebo bez předešlého výpadku elektrické energie, bývá tento únik způsoben poškozením žáruvzdorných materiálů ze dna nebo stěn tavícího agregátu. Toto nebezpečí lze předpokládat ze začátku provozu vany, kdy se může projevit použití nevhodného nebo vadného dílu, případně špatně navržené konstrukce vany, nebo před ukončením životnosti vany, kdy konstrukční díly jsou již značně opotřebovány. V případě, že se blíží konec životnosti vany, nebo zda již byla doba životnosti vany překročena, bývají díly ze žáromateriálu značně opotřebovány korozí, zmenšuje se jejich velikost, mění se jejich tvar (viz **Obrázek 8**). Při korozi je nejsilněji leptána horní řada kamenů vany při hladině skloviny. Naleptání se postupně snižuje směrem ke dnu vany. Na porušování žáromateriálu má vliv i kolísání hladiny skloviny, které podporuje smývání porušených vrstev a vytvoření podmínek pro další

korozí materiálu. Jakmile se hladina skloviny snižuje, neudrží se změkklé vrstvy na vnitřním povrchu žáruvzdorných kamenů. Když se potom hladina zvedá, je oddělený materiál odnášen proudem. Tak se odkrývají stále nové vrstvy dosud neporušeného materiálu, na které sklovina působí.

Na rozpouštění a leptání materiálu má vliv hlavně struktura. Pórovitý materiál má větší povrch pro leptání a sklovina tak může proniknout hlouběji do žáruvzdorné hmoty. Rozhodující je při tom velikost pórů.

Zajímavé je, že sklářský kmen leptá žáruvzdorné materiály silněji než sklovina. Je to dáno tím, že jednotlivé složky kmene mají také zvláštní korodující vlastnosti.

Velikost koroze ovlivňují ještě další faktory. Jedením důležitým faktorem je teplota. Čím vyšší je teplota tavení, tím větší je koroze. Zmenšení koroze lze dosáhnout snížením teploty vanových kamenů, což se v praxi provádí právě chlazením.



Obrázek 8 – koroze žáruvzdorných dílů

4.1.3. Únik skloviny při zásazích do tavícího agregátu

Při provozu vany je občas nezbytné provést z důvodu monitoringu, údržby, opravy nebo z jiného důvodu zásah do dna nebo boční stěny vany. Jsou to akce, které jsou předem plánované a proto je možné zajistit jejich zajištění pro případ úniku skloviny.

4.1.4. Únik skloviny při vypouštění vany

Při výhasu tavícího agregátu je nutné vypustit převážnou část skloviny. Při této činnosti dochází k výrazným změnám poměrů v tavícím agregátu a také je zde nebezpečí úniku vypouštěné skloviny.

Vypouštění se provádí tak, že se vyvrtá potřebný počet otvorů do boční stěny vany. Otvory se dočasně zaslepí, připraví se koryto, které musí být dostatečně chlazeno vodou. Koryto musí ústít do vodou chlazené nádoby, zajistí se odebírání chlazené skloviny. Jakmile je všechno zajištěno, odpíchnu se ucpávky otvorů. Po odpíchnutí začne pod velkým tlakem vytékat sklovina. Vytékání může trvat několik hodin, většinou bývá vana vypuštěna do dvou dnů. Po celou dobu vypouštění musí být zajištěn plynulý proud, koryta se nesmí ucpat, sklovina nesmí vytéct mimo koryto.

Po vypuštění skloviny se musí tavící agregát detemperovat, jde o obrácený postup temperování, jež bylo zmíněno v kapitole 4.1.1. Při procesu netemperování je opět nebezpečí porušení celistvosti vany. I když není vana zatížena takovým množstvím skloviny jako při jejím temperování, zbývá zde ještě zbytek roztaveného skla, které nebylo možné vypustit vyvrtanými otvory. Tato sklovina se nechá ztuhnout a musí se mechanicky odstranit po detemperování vany.

4.2. Zastavení úniku skloviny z tavícího agregátu

Možnost zastavení úniku skloviny z tavícího agregátu a snížení velikosti škod závisí od doby zpozorování počátku úniku.

Ideální dobou zpozorování úniku je ještě před jeho počátkem. V některých případech je možné pozorovat „svícení“ ve stěně nebo ve dně vany. V tomto případě je zřejmé, že materiál vany je v tomto místě natolik porušen, že může dojít k jeho porušení v jeho celé tloušťce a potom nastane únik skloviny. V případech výpadku energie s následným výpadkem chlazení (popsáno v kapitole 4.1.1) lze tento stav předpokládat, zejména blíží-li se životnost tavícího agregátu konci jeho životního cyklu.

Pokud dojde pouze ke „svícení“ stěny nebo dna vany, je možné pokusit se místo uchlazit chladícím vzduchem z ventilátoru. Chlazení vzduchem je šetrný způsob vzhledem k možnému poškození žáruvzdorných kamenů při chlazení vodou.

Pokud není toto chlazení účinné, musí se použít k chlazení voda. Potom je vhodné přiložit na svítící část kovovou plotnu (je-li to možné) a zapřít ji vzpěrami, aby zde držela. Potom ochlazovat plotnu vodou. Kovová plotna rozvede rovnoměrně teplotu a nedojde k rozmáčení vanových kamenů.

V případě, že už došlo k úniku skloviny bude vzduchové chlazení zřejmě neúčinné. K zastavení proudu skloviny je třeba otvor překrýt deskou ze žáruvzdorného materiálu, nebo kovovou plotnou a nasadit chlazení vodou. Překrytí otvoru není vždy možné. Proud skloviny může být příliš prudký, otvor veliký, nebo může být otvor v těžce přístupné části. Také je zde přítomen veliký žár od vytékající skloviny, která má teplotu přes 1500°C. [9]

Pokud nelze otvor překrýt, musí se zahájit chlazení vytékající skloviny proudem vody. Na chlazení je třeba vynaložit velké množství vody. Předpokladem je, že v blízkosti tavícího agregátu je dostatečně velký zdroj vody. Ve sklářské výrobě je většinou dostatečné množství chladící vody pro technologii, navíc se dá uvažovat o použití vody z požárních hydrantů.

Postup po zpozorování požáru je následující:

- 1) ten kdo únik zpozoruje, musí událost ohlásit odpovědnému managementu a vyhlásit požární poplach,
- 2) vyhledat a přesně určit místo úniku skloviny, je-li to s ohledem na složitost technologie možné,
- 3) požární hlídka nebo požární družstvo (je-li v objektu zřízena JSDHP) zahájí ochlazování místo úniku skloviny vodou z dostupných zdrojů (voda z požárních hydrantů, technologická voda). Před tím se musí přesvědčit, že v dosahu proudu vody nejsou elektrická zařízení pod napětím. Pokud se v dosahu nachází nějaké elektrické zařízení, musí být přivolán znalý pracovník a bezpečně odpojit zařízení od napětí tak, aby bylo eliminováno riziko úrazu elektrickým proudem. Přítomnost elektrických zařízení se dá předpokládat. Ve většině případů je k vytápění vany použito spalování zemního plynu, přesto se používá tzv. příhřev, který je zajištěn elektrickými elektrodami a právě rozvod elektřiny pro příhřev bývá nejčastěji umístěn přímo pod vanou.
- 4) Zajistí se další možné zdroje vody, je nutno počítat i s příjezdem a nasazením techniky HZS.

Na chlazení místa, ve kterém dochází k úniku skloviny, je nutné nasadit co největší počet proudů C (viz **Obrázek 9**) a k tomu vyhradit jeden až dva proudy na chlazení skloviny odtékající skloviny. Hrozí zde riziko, že žhavá sklovina se dostane do prostor nebo blízko k materiálům, kde může způsobit další dílčí požáry. V takovém případě se musí tyto požáry likvidovat podle závažnosti možného ohrožení, rozhoduje prioritou zabránění větším škodám.



Obrázek 9 - chlazení vytečené skloviny

Aby nedocházelo k rozstříkávání vytékající skloviny proudy vody, musí být upřednostněno použití roztržštěných proudů vody. Pro zvětšení účinnosti chlazení lze doporučit použití vhodných přísad. Z vlastní zkušenosti mohu doporučit použití smáčedla PYROCOM. Jeho použitím lze výrazně zkrátit dobu ochlazování.

4.3. Totální únik skloviny

Je-li únik skloviny natolik mohutný, že jej nelze chlazením za použití vody zachladit, mluvíme o totálním úniku skloviny. V praxi to znamená, že vzniklým otvorem vyteče postupně veškerá sklovina z tavicího agregátu. V tomto případě lze doporučit urychlit vytékání skloviny umělým vytvořením otvorů. Postup je stejný jako při vypouštění skloviny popsaném v kapitole 4.1.4. Výhoda použití dalších otvorů spočívá v tom, že se zkrátí doba, kdy je sklovina vypouštěna a tím i doba, kdy je vana mimo provoz. Pokud zvýšíme počet otvorů, kterými proudí ven sklovina, zmenší se proud v místě nechtěného úniku a otvorem, který vytvoříme uměle, můžeme vypouštění skloviny kontrolovat a řídit. U řízeného vypouštění skloviny navíc můžeme jednodušším způsobem zajistit chlazení a částečně určit směr proudění skloviny.

Stavba sklářského agregátu v dnešním pojetí s alternativou takové havárie počítá, proto je celá konstrukce vany umísťována na pilíře (viz **Obrázek 10**) a prostor pod vanou

tvoří havarijní jímku, která je schopna pojmout až celý obsah vany (viz **Obrázek 11**). Při chlazení unikající skloviny vodou sem také stéká chladicí voda, která se neodpařila. V případě nedostatku chladicí vody lze tuto vodu použít znovu na chlazení skloviny (viz **Obrázek 12**), přísady obsažené v chladicí vodě se tedy použijí vícenásobně.



Obrázek 10 – pilíře pro uložení dna vany



Obrázek 11 – stékání skloviny do jímky



Obrázek 12 – žhavé sklo a voda s přísadou PYROCOM v jímce

5. Další možná rizika při úniku skloviny

S únikem skloviny mohou být spojena další rizika. Vytékající sklovina je díky své vysoké teplotě (až 1500°C) možným iniciátorem, záleží tedy jen na tom, zda je přítomna hořlavá látka. Z technologického hlediska mohou být v ohroženém prostoru elektrické rozvody (viz **Obrázek 13**), potrubí se zemním plynem pro vytápění vany nebo se zde mohou vyskytovat, proti bezpečnostním předpisům, materiály, které nesouvisí s provozem vany.



Obrázek 13 - zasažení kabelových rozvodů vytékající sklovinou

6. Nebezpečí úrazu při zásahu

Nebezpečí úrazu při zásahu může hrozit z několika důvodů. Na prvním místě je nebezpečí úrazu popálením od horké skloviny, nebo sklovinou ohřátých, zejména kovových, povrchů. Zasahující hasiči si musí uvědomit, že pokud povrch chlazené skloviny již nesvítí, neznamená to, že již nehrozí nebezpečí popálení. Povrch takto částečně ochlazené skloviny může mít povrchovou teplotu vyšší než 500°C. K takovému klamnému pocitu bezpečí přispívá také použití ochranných prostředků, ve kterých nemá hasič dostatečné smyslové vnímání.

K chlazení skloviny se používá voda a jak je z obrázku (viz **Obrázek 9**) vidět, je nutné brát na zřetel úraz elektrickým proudem. Přívod elektrického proudu je nutné před použitím vody odpojit.

S použitím vody také souvisí veliký vývin vodní páry a nebezpečí opaření. Páru lze použitím ventilátorů směřovat požadovaným směrem, tím se zajistí také lepší viditelnost. Špatná viditelnost může mít za následek pády a další úrazy.

Pokud dojde k zapálení hořlavých materiálů, hrozí popálení a navíc je možný vývin toxických zplodin hoření. Zasahující musí počítat se sníženou viditelností a s nutností použít izolační dýchací přístroj.

7. Riziko požáru při tvarování skla

Tvarování skla je udělení požadovaného tvaru roztavené sklovině. Zpravidla se za tvarování nepokládá ani mechanické opracování studeného skla (broušení, leštění) ani procesy, které nevedou ke změně tvaru výrobku i když se provádějí za tepla (chlazení, vypalování barev atd.).

Technologie používané při tvarování skla je možno rozdělit do dvou skupin. V jedné jsou ty, při nichž definitivní tvar celého výrobku, nebo alespoň jeho vnějšího povrchu, je sklovině udělen přímým otiskem tvarovacího nástroje, zpravidla kovového. Sem patří lisování, liso-foukání, dvakrát foukací a sacofoukací způsob výroby lahví, ale i tvarování použitím odstředivé síly, mačkání, lití (válcování) a foukání do forem při ruční výrobě. Do druhé skupiny se řadí technologie, při nichž povrch výrobku není tvarován ve styku s tvarovacím nástrojem, ale požadovaného tvaru je dosaženo viskózním tokem a působením povrchového napětí skloviny, což je zvláštností sklářské výroby. Je to např. tažení plochého skla a trubic, výroby vlákna, většina technik ručního foukání skla, ohýbání skla, ale v podstatě i výroba plaveného skla. [7]

7.1. Rozbor tvarovacího procesu

Sklářský tvarovací stroj v podstatě plní tři základní funkce.

- a) Funkce strojní – transport dávek skloviny k jednotlivým tvarovacím úkonům (skluzové cesty, přenášení kapky, posun forem se sklovinou). Patří sem všechny pohyby jednotlivých strojních částí.
- b) Funkce tepelně technická – spočívá v regulovaném odvádění potřebného množství tepla ze skloviny do chladicího vzduchu, při tom se musí dodržet potřebné teploty.
- c) Funkce tvarovací – změna tvaru skloviny, tedy foukání, lisování.

Vlastní změna tvaru skloviny zpravidla není limitována trváním tvarovacího procesu.

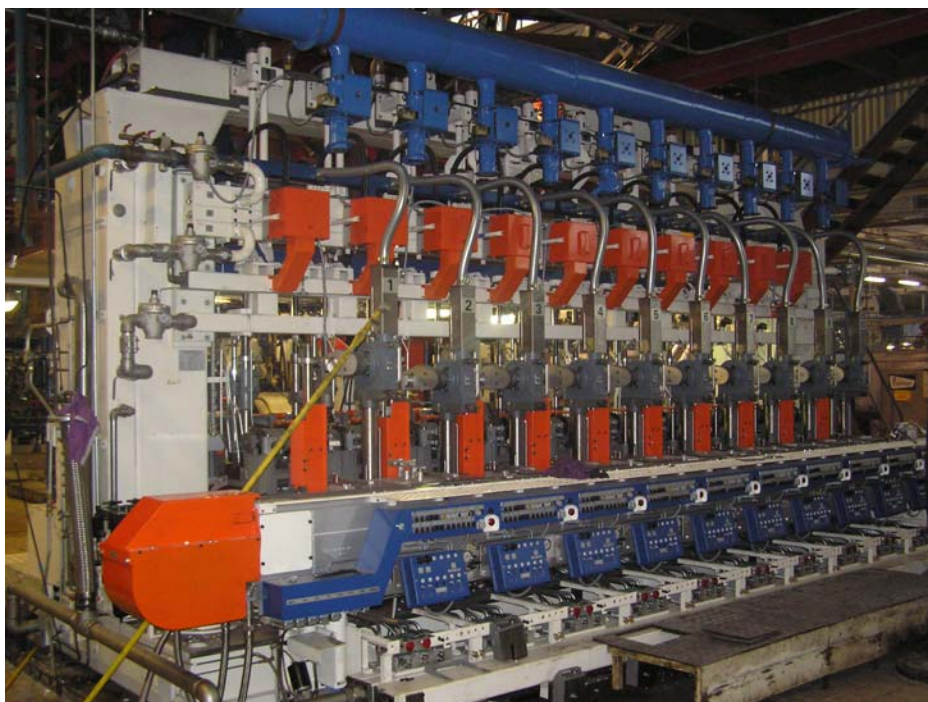
Pokud se zvýší tvarovací síla, může se doba tvarování zkrátit.

U strojního tvarování skla probíhá vlastní tvarování ve sklářském automatu, do kterého proudí sklovina z tavicího agregátu koryty, které se nazývají feedry (fidry). Feedry jsou umístěny tak, aby sklovina vstupovala do horní části sklářského automatu. To je nutné z toho důvodu, že kapka skloviny, která je oddělena nůžkami potom sklouzne po tzv. skluzu do přední formy. V přední formě se vytvoří předběžná tvar a ústí výrobku, tento je přemístěn

do konečné formy, ve které je za pomoci tlakového vzduchu fouknutím vytvořen konečný tvar výrobku. Dále se výrobek dopraví prostřednictvím dalších mechanismů do chladicí pece. Jedná se v podstatě o vyhřívaný tunel, kterým prochází pás s hotovými výrobky, který se pohybuje pomalu tak, aby výrobky chladly pomalu a nevznikalo v nich pnutí.

7.2. Tvářecí stroj – zdroj požáru

Tvářecí stroj je zařízení, které se skládá z rámu, do kterého jsou osazeny jednotlivé mechanismy. Zpravidla se jedná o zařízení, které je vybaveno hned několika stanicemi, to znamená, že současně nevyrábí jeden, ale několik výrobků současně (viz **Obrázek 14**).



Obrázek 14 - sklářský tvářecí automat s 10 stanicemi

Samotný tvar získává výrobek ve formě. Pro strojní výrobu skla se používají formy kovové, zpravidla litinové. Aby ve formě byly zlepšené tepelné účinky, snížilo se tření, zamezilo se lepení skloviny na formu, zlepšila se kvalita povrchu výrobků a také, aby byl povrch formy chráněn (jedná se o poměrně nákladné zařízení), musí se formy mazat. Jako mazadlo pro mazání forem se používají mazací oleje, tuky, emulze. Důležité je, aby

mazadlo mělo vyšší teplotu vzplanutí. Mazadlo se může nanášet ručně nebo strojně, nástřikem, štětkou apod.

Část mazadla se s horkým povrchem formy odpařuje a následně kondenzuje na chladnějších částech stroje (viz **Obrázek 15**) nebo na chladné konstrukci výrobní haly. Vzniká pak směs prachu a zkondenzované páry. Tato směs je nebezpečná, protože v případě požáru přispívá k jeho rychlému rozšíření.



Obrázek 15 - provozem znečištěný stroj versus nový stroj

Další nebezpečí se ukrývá uvnitř stroje. Mechanismy mohou být poháněny buď pneumaticky, nebo se nověji k pohonu používají servomotory. Při použití pneumatického pohonu je nutné tlumit koncové polohy a k tomu se používá hydraulický systém. Jako médium je používán hydraulický olej. Teplota vzplanutí hydraulických olejů se pohybuje v rozmezí 200 – 300 °C. V hydraulické soustavě sklářského automatu může mít hydraulický olej teplotu vyšší než 50 °C a tlak 0,1 MPa. [9] Dojde-li při takovém tlaku k porušení celistvosti hydraulické hadice, rozstříkne se hydraulický olej do okolí a při styku s horkými povrchy výrobků (viz **Obrázek 16**) hrozí zapálení rozstříknutého oleje.



Obrázek 16 - horké povrchy skleněných výrobků

Horké povrchy skleněných výrobků jsou v případě rozstříku hydraulického oleje potenciálním iniciátorem požáru, což je dáno jejich velikostí a teplotou, která se ve fázi lisování pohybuje v rozmezí 400 – 800 °C. [9]

7.3. Předpokládaný vývin požáru

Po rozstříknutí hydraulického oleje a následném vzplanutí par, které se vytvoří při styku s horkým povrchem skloviny, by se potenciální požár šířil velmi rychle po zaolejované konstrukci stroje. Za předpokladu, že takto vzniklý požár nebude nikdo ovlivňovat, rozšíří se směrem do horní části stroje a může přestoupit na části stavebních konstrukcí, které jsou v důsledku zkondenzovaných par (popsáno v kapitole 7.2) připraveny šířit požár dál, hlavně do horní části výrobní haly.

Dále již záleží na druhu materiálu, ze kterého je výrobní hala postavena. Nejčastěji bývají použity ocelové profily, jako konstrukce nosná a obvodový plášť je zděný nebo z ocelových plechů, ale můžeme se setkat, zejména ve starších výrobních halách, s některými prvky ze dřeva. Tyto součásti stavby pak ještě více mohou přispět k rozvoji požáru.

Dá se tedy předpokládat, že požár ve výrobní hale dosáhne úrovně střechy, což je zřejmě ta nejhorší varianta, vzhledem k tomu, že výrobní haly mohou být i několik desítek metrů vysoké a doprava hasící látky k požáru je potom velmi náročná.

7.4. Zvláštnosti při zásahu

Při likvidaci požáru v hutní hale je třeba se připravit na některé zvláštnosti:

- 1) zásah bude zřejmě probíhat za provozu, takže bude nutné zajistit bezpečnost pro osoby v místě zásahu a zajistit zákaz vstupu do prostor, kde probíhá zásah,
- 2) dá se předpokládat, že bude hořet usazená mastnota na stroji a stavebních konstrukcích, takže zde budou přítomna i elektrická zařízení, která je nutné odpojit od zdroje,
- 3) pokud se požár rozšíří do horní části výrobní haly bude možné likvidovat požár na tuto vzdálenost pouze za použití vody kompaktních proudů, případně vody s příměsí smáčedla,
- 4) pokud se požár rozšíří do horní části výrobní haly a nebude jej možné uhasit zevnitř za použití kompaktních proudů, bude nutné nasadit výškovou techniku. U některých budov jsou instalovány na vnějších částech stavebních konstrukcí pevné žebříky, plošiny, sluchovody, apod., které lze při požáru ve střešní části výrobní haly použít pro zásah,
- 5) při zásahu je nezbytné seznámit se s místními podmínkami, k tomu může posloužit DZP, ale i přesto je třeba postup konzultovat s osobou (zaměstnancem), která je znalá, tedy zná technologii, prostředí, stavební členění apod.

7.5. Prevence vzniku a šíření požáru tvářecího stroje

Snížení rizika vzniku a šíření požáru u tvářecích sklářských strojů lze docílit uplatňováním těchto opatření:

- 1) zavedení a dodržování pravidelných kontrol stavu zařízení a odstraňování zjištěných závad,
- 2) stálá přítomnost obsluhy při provozu, která je schopna zasáhnout v případě nebezpečného stavu,
- 3) dostupnost a dostatečný počet přenosných, případně pojízdných hasících přístrojů nejlépe s náplní CO₂,
- 4) instalace detekce požárů, jedná se však o složitou záležitost, neboť hlásiče na optickém, tepelném i kouřovém principu by vzhledem k přítomnosti horké skloviny, vysokých teplot i výparů z mazacích emulzí vykazovaly nízké procento spolehlivosti,
- 5) instalace stabilního hasícího zařízení. Ovšem zde je opět problém s detekcí požáru a problém s volbou vhodného hasiva.

8. Riziko požáru při balení hotových výrobků

Hotové sklářské výrobky se dříve balily do košů, hoblin a jiných přírodních materiálů, aby byly, z důvodu křehkosti, zajištěny pro transport do místa spotřeby. Při vývoji výroby bylo nutné vyvinout i způsob balení.

Obalové sklo se dnes balí do manipulačních jednotek, kde základem je dřevěná paleta, papírové nebo polyetylenové proložky, kterými se prokládají jednotlivé vrstvy výrobků a polyetylenová folie, která zajišťuje celistvost a pevnost takto vytvořené manipulační jednotky.

8.1. Postup při balení hotových výrobků

Hotové skleněné výrobky jsou srovnány do stohu, který je složen z několika vrstev, je uložen na dřevěné paletě a půdorys této palety je zároveň půdorysem celého stohu. Tento stoh se dopraví do foliovacího zařízení (viz **Obrázek 17**).



Obrázek 17 - paleta s hotovými výrobky ve foliovacím zařízení

Zde se z role polyetylenové folie vytvoří (ustříhne) veliký pytel, který se ze shora nasune na stoh výrobků. Folie nasunutá na výrobky se nahřeje (viz **Obrázek 18**) a po vychladnutí se smrští tak, že vytvoří pevný plášť, který drží celou manipulační jednotku pohromadě (viz **Obrázek 19**).



Obrázek 18 - ohřátá folie (hořákový rám je dole)

K nahřívání folie se používá rám (viz **Obrázek 20**), osazený plynovými hořáky, ve kterých se spaluje směs zemního plynu se vzduchem. Rám při ohřevu folie projede odshora dolů, přičemž ohřátí folie závisí na nastaveném čase, za který vykoná rám tuto operaci. Chlazení folie není nijak řízeno a probíhá přirozeně při běžné teplotě na pracovišti.



Obrázek 19 - folie je po vychladnutí napnutá



Obrázek 20 - folie je po vychladnutí napnutá

8.2. Nebezpečí požáru při balení hotových výrobků

Riziko požáru při balení (foliování) nespočívá tolik v zapálení polyetylenové folie od plynového hořáku, protože teplota ohřátého vzduchu je v místě styku s povrchem folie hluboce pod bodem vzplanutí. Nejpravděpodobnější příčinou vzniku požáru je zde zapálení nedostatečně opracované dřevěné palety nebo rozlomení dřevěné palety (viz **Obrázek 21**), kdy se celá manipulační jednotka zřítí následkem destrukce na hořákový rám. Dojde k přímému kontaktu folie s hořáky a to na delší dobu, takže může dojít přímo k zapálení folie nebo plamen hořáku folii odtaví a v odkrytém místě zapálí papírové proložky.



Obrázek 21 - destrukce vadné palety, jako příčina požáru

K tomu, aby došlo k zapálení dřevěné palety stačí, aby některé části palety byly ve větší míře nedostatečně opracované nebo poškozené na dřevě pak zůstávají otřepy (viz **Obrázek 22**) nebo třísky, k jejichž zapálení může být teplota z hořákového rámu dostatečná.



Obrázek 22 - otřepy a třísky na dřevěné paletě.

8.3. Likvidace požáru balícího zařízení – prevence

Likvidace požáru balícího zařízení není tak komplikovaná jako chlazení vytékající skloviny nebo likvidace požáru výrobní haly, v podstatě jej může při včasném zásahu uhasit i obsluha zařízení za použití hasícího přístroje, ale pravděpodobnost vzniku takového požáru je mnohonásobně vyšší.

Při hašení je nezbytné uzavřít přívod plynu do zařízení, v případě, že se k hašení použije voda nebo pěna, tak i odpojit přívod elektrického proudu a chránit se před tepelnými účinky požáru, před zplodinami hoření a před odkapávající folií.

Vzniku takového požáru, případně jeho šíření, se dá předejít uplatněním těchto preventivních opatření:

- 1) zavedení a dodržování pravidelných kontrol stavu zařízení a odstraňování zjištěných závad,
- 2) stálá přítomnost obsluhy při provozu, která je schopna zasáhnout v případě nebezpečného stavu,
- 3) dostupnost a dostatečný počet přenosných, případně pojízdných hasících přístrojů nejlépe s náplní CO₂,
- 4) instalace detekce požárů, osvědčily se jak klasické hlásiče EPS, tak i zařízení, které nasává vzduch z prostoru dřevěné palety a detekuje přítomnost zplodin hoření nebo žhnutí,
- 5) instalace stabilního hasícího zařízení, vzhledem k šetrnosti vůči zařízení, s náplní CO₂.

9. ČETNOST HAVÁRIÍ VE SKLÁŘSKÉM PRŮMYSLU

Četnost požárů a havárií ve sklářském průmyslu se liší podle velikosti provozu, způsobu výroby (ruční, automatická,...), podle druhu vyráběných výrobků (láhve, tabulové sklo, ...), podle způsobu organizace práce a jiných okolností a zvláštností.

Pro zjištění četnosti událostí ve sklářském odvětví jsem obeslal několik skláren a oslovil kompetentní zaměstnance s žádostí o poskytnutí informací.

Nevím, jak je tomu v jiných oborech, ale současné době je problém získat kompetentní informace o adresách skláren v České republice. Nakonec jsem využil adresáře odborářského svazu pro sklářský, keramický a bižuterní průmysl, oslovil jsem 18 sklářských provozů a obeslal je jednoduchým dotazníkem.

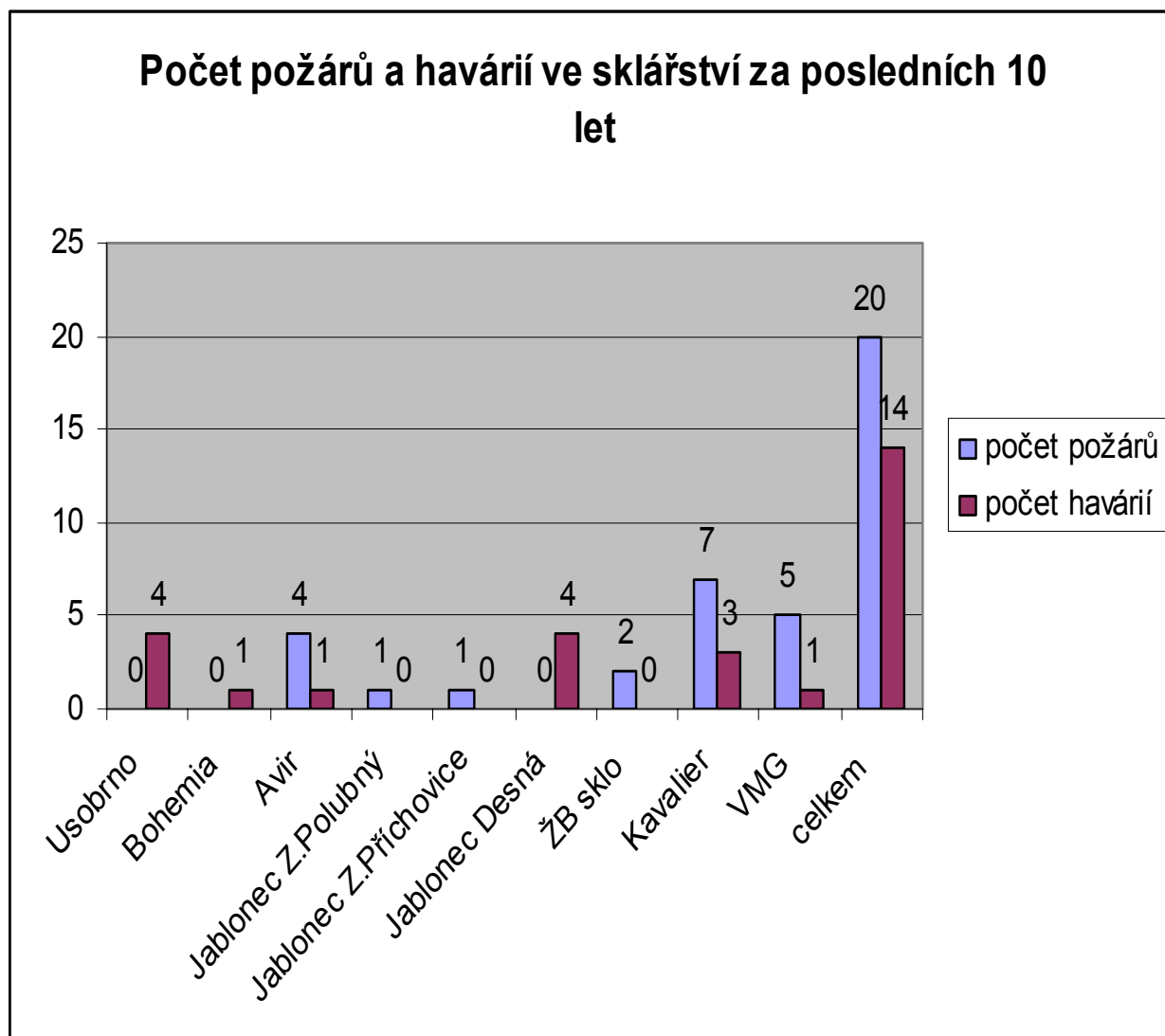
V dotazníku jsem požadoval těchto 9 informací :

- Název firmy
- Sídlo
- Počet požárů za posledních 10 let
- Počet havárií za posledních 10 let
- Asistence HZS (ano/ne)
- Příčiny
- Přímé škody
- Nepřímé škody

Z oslovených firem se mi vrátilo 9 vyplněných dotazníků, z dalších dvou firem mi přišla odpověď, že za posledních 10 let neměli v jejich firmě žádný požár ani havárii a z jedné firmy mi sdělili, že nemohou poskytnout mnou požadované informace. Přesto je možné udělat si obrázek jak o četnosti havárií a požárů ve sklářském průmyslu za vyhodnocované období, tak i o vyšších hodnotách jednotlivých i celkových škod.

Od zástupců dotazovaných firem jsem dostal také zásadní informaci, že při požáru došlo také ke smrtelnému a těžkému úrazu z důvodu popálení.

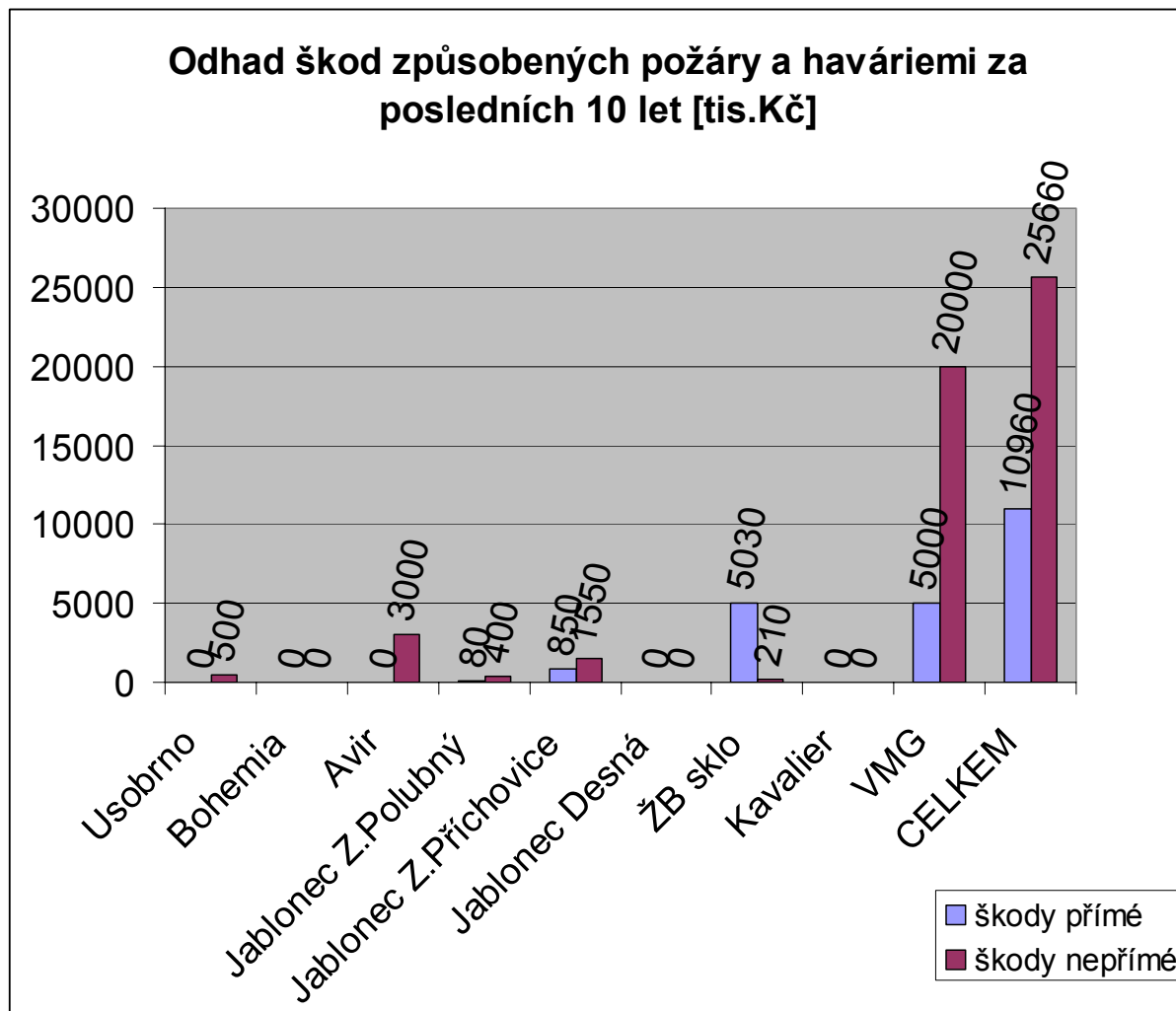
Získané údaje z dotazníků jsem zapracoval do dvou grafů, kde první graf (viz **Graf 1**) vypovídá o počtech havárií a požárů ve sklářství za období posledních 10 let. Zvlášť jsou v grafu uvedeny požáry a zvlášť havárie. Haváriemi byly myšleny převážně havárie související s únikem žhavé skloviny. V jednom případě (fa Bohemia) se jednalo o havárii v souvislosti s únikem kyseliny sírové. Tato havárie byla také zapracována do grafu.



Graf 1 – Počet požárů a havárií ve sklářství za posledních 10 let

Ve druhém grafu (viz **Graf 2**) jsou zavedeny hodnoty vyčíslených škod, zvlášť přímých a zvlášť nepřímých. Přímými škodami se rozumí takové škody, které vznikly při požáru nebo havárii jejich přímým působením. Nepřímé škody nevznikají přímo při požáru nebo havárii, ale následně v důsledku zničení zařízení, výrobních prostorů apod. Mohou to být například prostoje nebo ztráta zákazníků.

Pokud je v grafu uvedena hodnota „0“, neznamená to, že škoda byla nulová, ale byla vyhodnocena jako zanedbatelná, nebo nebyla hodnotitelem vyčíslena.



Graf 2 - Odhad škod způsobených požáry a haváriemi za posledních 10 let [tis.Kč]

V dotaznících (viz Příloha 2) někteří dotazovaní navíc uvedli své poznatky, připomínky a doporučení, která jsem použil při hodnocení rizik a postupů při prevenci a zásazích.

10. ZÁVĚR

Ve své práci jsem popsal princip výroby skla od historických dob až po současnost, dále jsem se zaměřil na průmyslovou výrobu, zejména na strojní výrobu obalového skla.

Hlavním cílem mojí práce bylo vyhledat možná rizika havárií a požárů při výrobě skla, popsat zvláštnosti těchto požárů a havárií a popsat zvláštnosti, které lze při nich očekávat.

Nejdříve jsem popsal havárii na tavícím agregátu, spojenou s únikem žhavé skloviny. Popsal jsem stavbu sklářské vany, vlastnosti žáruodolných materiálů. Důležitá je část, ve které je popsána možnost koroze těchto materiálů, která je důsledkem působení provozních podmínek. Poškození sklářské vany je vztaženo zejména na určité okolnosti a stavy, například výpadek energie s následným výpadkem chlazení, nebo také může souviset se stářím vany, s dobou a se způsobem jejich používání apod.

V této práci jsem dále vyjmenoval možné rizikové faktory, na které se musí při likvidaci úniků skloviny brát zřetel.

Únik skloviny a jeho likvidace je činnost, se kterou se málokdy zasahující jednotky HZS setkávají a proto je toto téma zásadní částí mojí práce.

Dále jsem ještě, i když v menším rozsahu, popsal možnosti vzniku požárů při tvarování skloviny, tedy požár, který vznikne na sklářském tvářecím stroji a požárem balícího zařízení. V těchto případech se jedná o požáry, které jsou určitým způsobem specifické pro sklářství, ale jejich průběh se podstatně neliší od jiných modelů požárů.

11. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KVARČÁK, M. *Základy požární ochrany*. 1. vyd. Ostrava: Edice SPBI Spektrum č. 44, 2005. 134 s. ISBN: 80-86634-65-5.
- [2] BALOG, K., BARTLOVÁ, I. *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií*. 1. vyd. Ostrava: Edice SPBI Spektrum č. 7., 1998. 193 s. ISBN: 80-86111-07-5.
- [3] ORLÍKOVÁ, K., ŠTORCH, P. *Hasiva klasická a moderní*. 1. vyd. Ostrava: Edice SPBI Spektrum č. 29., 2002. 92 s. ISBN: 80-86111-93-8.
- [4] MV GR HZS ČR. *Bojový řád jednotek požární ochrany. Metodické listy*. Praha, 2004.
- [5] ČERVENKA, J., SMRČEK, A. *Sklářská technologie I. díl*. Horská Bystřice u Teplic: Obalové a lisované sklo n.p., 1960., 136 s.
- [6] HLAVÁČEK, J., *Sklářské stroje*. 2. přeprac. vyd. Praha : SNTL, 1982. 184 s., 24.
- [7] SMRČEK, A. *Strojní tvarování skla*. 1. vyd. Praha : SNTL, 1981. 328 s.
- [8] INTERNETOVÉ STRÁNKY: <http://teplotechna-prima.trade.cz/sklarske-vany>
- [9] INTERNÍ PŘEDPISY VETROPACK :
- BERKA, I., *Předpis teplot v závislosti na tažbě a přídávku střepů*. FO-0900-056 Kyjov VMGc, 2005. 4s.
- BERKA, I., *Specifikace skla – Technická podmínka*. FO-0900-016 Kyjov VMGc, 2005. 1s.
- ORVISKÝ, M., *Technologický postup pro tvarování*: Kyjov 2001. 18s.

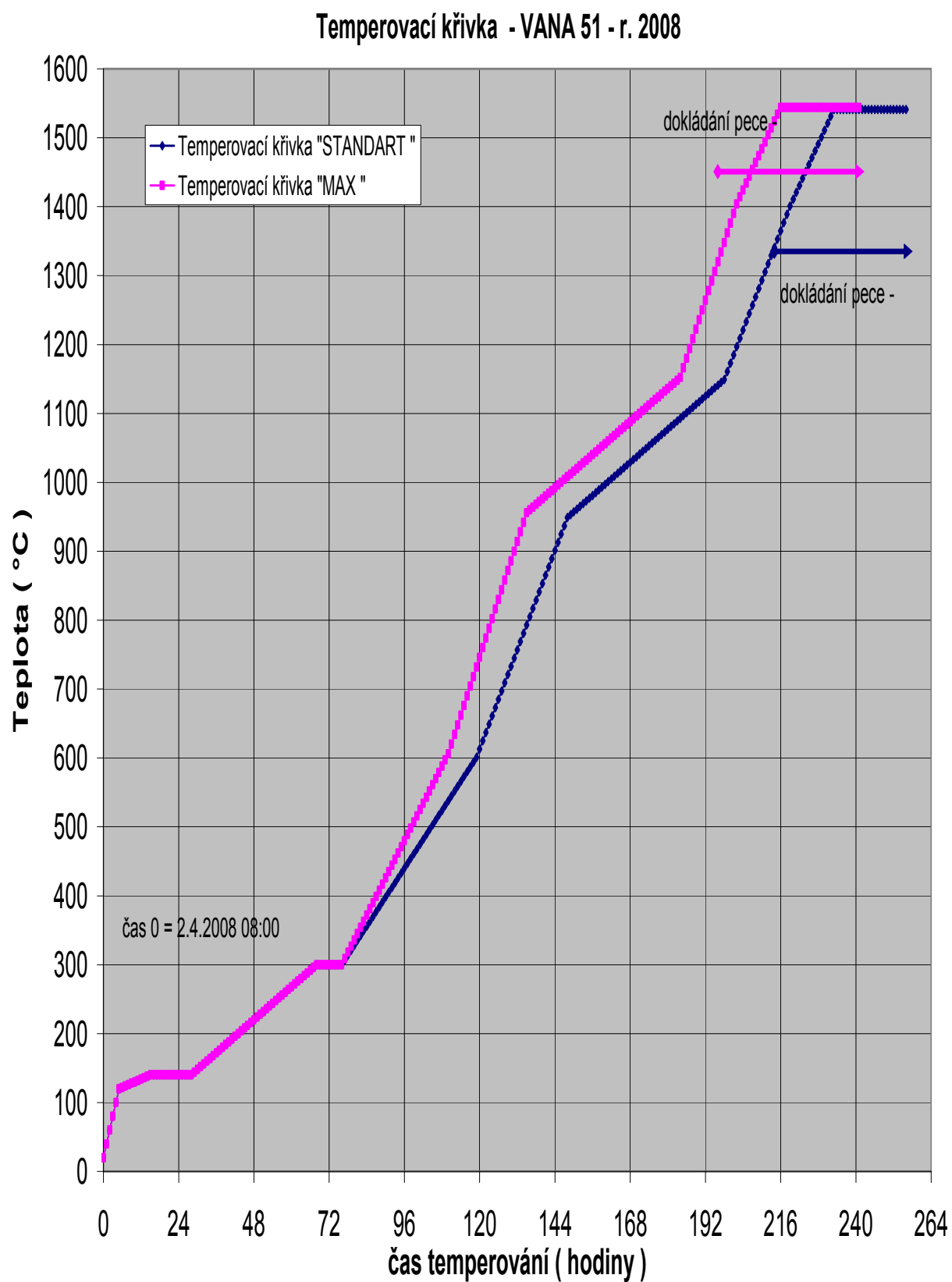
12. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - zásobník kmene a zakladač	7
Obrázek 2 – schéma procesu tavení	8
Obrázek 3 – klenba tavícího agregátu [8]	9
Obrázek 4 – palisáda uvnitř tavícího agregátu [8]	10
Obrázek 5 – stavebnicový systém tavícího agregátu [8]	10
Obrázek 6 - pružné stažení	12
Obrázek 7 - zafukování střepů do vany	12
Obrázek 8 – koroze žáruvzdorných dílů	14
Obrázek 9 - chlazení vytečené skloviny	18
Obrázek 10 – pilíře pro uložení dna vany	19
Obrázek 11– stékání skloviny do jímky	20
Obrázek 12 – žhavé sklo a voda s přísadou PYROCOM v jímce	20
Obrázek 13 - zasažení kabelových rozvodů vytékající sklovinou	21
Obrázek 14 - sklářský tvářecí automat s 10 stanicemi	24
Obrázek 15 - provozem znečištěný stroj versus nový stroj	25
Obrázek 16 - horké povrchy skleněných výrobků	26
Obrázek 17 - paleta s hotovými výrobky ve foliovacím zařízení	29
Obrázek 18 - ohřátá folie (hořákový rám je dole)	30
Obrázek 19 - folie je po vychladnutí napnutá	31
Obrázek 20 - folie je po vychladnutí napnutá	31
Obrázek 21 - destrukce vadné palety, jako příčina požáru	32
Obrázek 22 - otřepy a třísky na dřevěné paletě	33

13. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1.....	36
Graf 2.....	37

PŘÍLOHY



Dotazník, požáry a škody jimi způsobené ve sklářském odvětví	
Název firmy	SKLÁŘNY MORAVIA, akciová společnost
Sídlo	Úsobrno č. pop. 79
Provoz (např. dvousměnný, nepřetržitý apod...)	nepřetržitý
Počet požárů za posledních 10 let	0
Počet havárií (např. úniky skloviny) za 10let	
	4 x
Asistence HZS (ano/ne)	ne
Příčiny	Výron skloviny při hladinové korozi
Přímé škody (co shořelo)	Rozvody elektroinstalace, řízení elektropříhřevu,
Nepřímé škody (ušlý zisk apod...)	do 500 000,- Kč
Poznámky, poznatky, doporučení	

Dotazník, požáry a škody jimi způsobené ve sklářském odvětví	
Název firmy	Sklářny BOHEMIA a.s.
Sídlo	Poděbrady
Provoz (např. dvousměnný, nepřetržitý apod...)	dvousměnný (částečně) a nepřetržitý
Počet požárů za posledních 10 let	0
Počet havárií (např. úniky skloviny) za 10let	1x únik kyseliny sírové (100 - 200 litrů, z toho 20-30 litrů do kanalizace)
Asistence HZS (ano/ne)	ano
Příčiny	destrukce stáčecí hadice (30 mm) při stáčení H_2SO_4 z automobilové cisterny do zásobníku
Přímé škody (co shořelo)	včasným prvotním zásahem vlastních sil a prostředků nevznikly
Nepřímé škody (ušlý zisk apod..)	nevznikly
Poznámky, poznatky, doporučení	opatření ze strany přepravce (hadice s atestem), opatření SBP na stáčecím místě (digitální sledování průběhu stáčení přímo na stáčecím místě, úprava stáčecích koncovek, úpravavstáčecího místa (které je provedeno jako zachytňná jímka) s ohledem na rozstřík při případném úniku, dovybavení zásahovými prostředky (kanalizační uc pávky, sorpční prostředky) a zvýšení počtu některých stávajících zásahových prostředků. Poznátky: takovýto nenadálý únik (př kterém nedošlo ke škodám na životech, zdraví majetku ani znečištění vod), dokonale prověřil chování a reakce lidí, které se při cvičném zásahu neprojeví ani neodhalil.

Dotazník, požáry a škody jimi způsobené ve sklářském odvětví	
Název firmy	AVIRUNION ,a.s.
Sídlo	Dubí Ruská 84 závod Nové Sedlo, Sklářská 142
Provoz (např. dvousměnný, nepřetržitý apod...)	nepřetržitý
Počet požárů za posledních 10 let	4, poslední v r. 2005, po instalaci Sprinklerů (Samohasící zařízení na strojích od 5/2005 požár nebyl)
Počet havárií (např. úniky skloviny) za 10let	1 - únik skloviny v r. 2007 při výpadku proudu se přerušilo chlazení bublinkových trysek do vany a i když naskočil náhradní zdroj energií je tam nějaká prodleva, než se ne chlazení a shodou dalších faktorů (stlať vany) došlo k průsaku a poté k výronu skloviny ze dna vany, kde sklovina nejde ve většině případů zastavit.
Asistence HZS (ano/ne)	ano
Příčiny	požár- ve většině případů padne kapka skloviny mimo formu a stroje jsou ve sklárnách mastné, je pravděpodobnost zahoření velká. Pokud obsluha stroje je zrovna na opačné straně stroje, trvá pár sekund než stroj oběhne a je tedy možnost ze zahoření na stanici přejit na požár, který se rychle rozšiřuje.
Přímé škody (co shořelo)	ve většině případů na stroji shořela elektroinstalace, kabeláže, ovladače apod. Stroj jako takový, stejně jako formy či zařízení jsou nehořlavé, ale vše ostatní shoří, Opravy trvají v řádech hodin a 2x i několika dnů.
Nepřímé škody (ušlý zisk apod..)	každý prostoj nad 10 min je už ztráta ve výrobě. Pokud tedy např. stojíme kvůli požáru (5/2005) 3 dny, ztráty v prostojích a ve výrobě (ušlý zisk) se pohybují v řádech milionů CZK(2-3)
Poznámky, poznatky, doporučení	Nejllepší ochranou proti haváriím a požárům je prevence, Tedy je zpracován pravidelný plán čištění strojů, jsou namontovány samohasící zařízení, pracoviště je zařazeno z hlediska požární ochrany jako se zvýšeným nebezpečím - tedy jsou zpracovány předepsané dokumenty (požární řády apod.) denně jako technik BOZP kontrolují u strojů stav hydrantů, PHP, zda nebylůy použity a zda jsou v pořádku apod.

Dotazník, požáry a škody jimi způsobené ve sklářském odvětví	
Název firmy	JABLONEX GROUP a.s.
Sídlo	Jablonec nad Nisou
Provoz (např. dvousměnný, nepřetržitý apod...)	dvousměnný závod Polubný
Počet požárů za posledních 10 let	1
Počet havárií (např. úniky skloviny) za 10let	
Asistence HZS (ano/ne)	ANO
Příčiny	porucha spojky na vn kabelu
Přímé škody (co shořelo)	80 tis. Kč
Nepřímé škody (ušlý zisk apod..)	400 tis. Kč
Poznámky, poznatky, doporučení	

Dotazník, požáry a škody jimi způsobené ve sklářském odvětví			
Název firmy	JABLONEX GROUP a.s.		
Sídlo	Jablonec nad Nisou		
Provoz (např. dvousměnný, nepřetržitý apod...)	nepřetržitý	závod Příchovice	
Počet požárů za posledních 10 let	1		
Počet havárií (např. úniky skloviny) za 10let			
Asistence HZS (ano/ne)	ANO		
Příčiny	prasklý vanový kámen - výtok skloviny na elektrozařízení		
Přímé škody (co shořelo)	850 tis. Kč		
Nepřímé škody (ušlý zisk apod..)	1 550 tis. Kč		
Poznámky, poznatky, doporučení			

Dotazník, požáry a škody jimi způsobené ve sklářském odvětví	
Název firmy	JABLONEX GROUP a.s.
Sídlo	Jablonec nad Nisou
Provoz (např. dvousměnný, nepřetržitý apod...)	nepřetržitý celkem v Desné
Počet požárů za posledních 10 let	
Počet havárií (např. úniky skloviny) za 10let	
	4 (uniky skloviny)
Asistence HZS (ano/ne)	NE
Příčiny	
	praskliny vyzdívky pece
Přímé škody (co shořelo)	minimální
Nepřímé škody (ušlý zisk apod..)	?
Poznámky, poznatky, doporučení	- řízené odstavení pece

Dotazník, požáry a škody jimi způsobené ve sklářském odvětví	
Název firmy	do 30.9.2005 - Železnobrodské sklo a.s., od 1.10.2005 fúzí sklářských firem JABLONEX GROUP a.s.
Sídlo	Průmyslová 702, 468 22 Železný Brod
Provoz (např. dvousměnný, nepřetržitý apod...)	V obou případech se jednalo o jednosměnný provoz.
Počet požárů za posledních 10 let	2 (2002,2003)
Počet havárií (např. úniky skloviny) za 10let	0
Asistence HZS (ano/ne)	U obou zasahovala JSDHP, u jednoho požáru asistoval HZS
Příčiny	1. porušením předpisů zaměstnancem došlo k explozivnímu hoření s následkem jeho smrti a těžkého popálení kolegy (59% těla). 2. při přečerpávání dietyetheru došlo, pravděpodobně výbojem statické elektřiny, ke vzplanutí par a pracovnímu úrazu popálením (20% těla).
Přímé škody (co shořelo)	1. 5.000.000,- Kč 2. 30.000,- Kč
Nepřímé škody (ušlý zisk apod..)	1. odškodnění pracovních úrazu (1 úmrtí, 1 těžce popálený s násl. invaliditou) - 178.100,- Kč 2. odškodnění pracovního úrazu - 32.400,- Kč
Poznámky, poznatky, doporučení	Hodnotu ušlého zisku se mi nepodařilo získat. V prvním případě požár uhasila JSDHP ještě před příjezdem HZS pomocí hasičích přístrojů CO2 (S 2x30), ve druhém požární hlídka na pracovišti před příjezdem JSDHP rovněž pomocí hasičích přístrojů CO2 (S 6). Vzhledem k dojezdovým časům HZS (cca 20 minut) byl zásah JSDHP (vybavená dýchacími přístroji SATURN) účinný a zmiřil celkové následné škody.

Dotazník, požáry a škody jimi způsobené ve sklářském odvětví	
Název firmy	Sklárny Kavalier Sázava a.s.
Sídlo	Sázava
Provoz (např. dvousměnný, nepřetržitý apod...)	třisměnný nepřetržitý
Počet požárů za posledních 10 let	7
Počet havárií (např. úniky skloviny) za 10let	
	3
Asistence HZS (ano/ne)	ano
Příčiny	převážně technické závady nebo chyby na technologiích
Přímé škody (co shořelo)	nepoužívané skladiště, obalový materiál, závodní jídelna
Nepřímé škody (ušlý zisk apod..)	ušlý zisk, ale v zanedbatelné míře, nikdy se kvůli mimořádným událostem nemusela zastavit nebo výrazně omezit výroba
Poznámky, poznatky, doporučení	viz. Příloha

Dotazník, požáry a škody jimi způsobené ve sklářském odvětví	
Název firmy	VETROPACK MORAVIA GLASS, a.s.
Sídlo	Kyjov
Provoz (např. dvousměnný, nepřetržitý apod...)	třisměnný nepřetržitý
Počet požárů za posledních 10 let	5
Počet havárií (např. úniky skloviny) za 10let	1
Asistence HZS (ano/ne)	ano 1 x
Příčiny	převážně technické závady nebo chyby na technologiích
Přímé škody (co shořelo)	5 000 000
Nepřímé škody (ušlý zisk apod..)	20 000 000
Poznámky, poznatky, doporučení	